1. Ein **Bungee-Jumper** möchte die seiner Körpermasse ***m* = 75 kg** entsprechende **Länge des Bungee-Seils** berechnen. Die Höhe der Brücke sei ***h* = 100 m**. Dem Mutigen sei bekannt, daß die Kraft, die erforderlich ist, um **1 m** des (homogenen) Seils auf die *doppelte* Länge auszudehnen, genau seinem *Körpergewicht* entspricht.

a) Wie ändert sich die **Federkonstante** des Seils *in Abhängigkeit von seiner Länge*?
b) Welche **Länge *l*** wäre dem Springer zu empfehlen, wenn er möglichst knapp über dem Boden abgebremst werden will? *(Lösung: l = 26,79 m)*
c) Wann treten die **größten Beschleunigungskräfte** auf und wie groß sind sie im Vergleich zur Erdbeschleunigung ***g***? *(Lösung: $a = \sqrt{3}\,g$)*

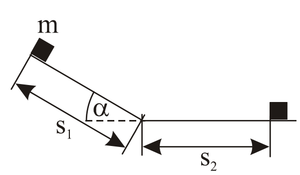
Hinweis: Um auf der sicheren Seite zu sein, vernachlässigen Sie die Abbremsung durch die Luftreibung. Verwenden Sie den Energiesatz!

2. Ein **homogener Quader** wird auf einer unter **15°** geneigten Betonfläche hinauf und hinunter gezogen. Die Kraft, die notwendig ist, um den Körper nach oben zu ziehen, ist sechsmal so groß wie diejenige, die ihn abwärts zu bewegen vermag.

➔ Wie groß ist der **Haftreibungskoeffizient** μ zwischen Ebene und Körper?
(Lösung: μ = 0,375)

3. Ein **Körper der Masse *m* = 10 kg** gleitet auf einer um **α = 30°** geneigten Ebene die Strecke **s_1 = 2,5 m** abwärts und kommt auf einer anschließenden waagrechten Strecke zur Ruhe (siehe Abbildung 3). Die Gleitreibungszahl ist **μ = 0,2**.

a) Wie groß ist die **Geschwindigkeit v_1** des Körpers am Ende der geneigten Ebene? *(Lösung: v_1 = 4 ms^{-1})*
b) In welcher **Zeit t_1** gleitet der Körper die geneigte Ebene hinab? *(Lösung: t_1 = 1,25 s)*
c) Nach welcher **Strecke s_2** kommt der Körper auf der Waagrechten zur Ruhe? *(Lösung: s_2 = 4,08 m)*



4. **Freier Fall mit Reibung:** Im Falle einer **laminaren Strömung** ist die Reibungskraft $\vec{F}_R$ proportional und entgegengesetzt zur Richtung der Geschwindigkeit $\vec{v}$ eines in einem Medium bewegten Körpers (**Stokes'sche Reibung**). Im Falle einer **turbulenten Strömung** ist die Reibungskraft $\vec{F}_R$ ebenfalls entgegengesetzt zur Richtung von $\vec{v}$, ihr Betrag ist allerdings proportional zu v^2 (**Newton'sche Reibung**). Die Proportionalitätskonstante für Stokes'sche Reibung sei β, jene für Newton'sche Reibung sei γ.

a) Für einen im **homogenen Schwerefeld der Erde** fallenden Körper der **Masse *m*** skizzieren Sie Beträge und Richtungen aller auftretenden **Kräfte** sowie der **Fallgeschwindigkeit**. Formulieren Sie die zu den beiden Fällen gehörigen Bewegungsgleichungen in vektorieller Form. Die Fallrichtung liege entlang der *y*-Achse, die y-Achse zeige nach oben.
(Lösung: Stokes: $m \cdot \dot{v}_y = -m \cdot g - \beta \cdot v_y$; Newton: $m \cdot \dot{v}_y = -m \cdot g + \gamma \cdot v_y^2$)

b) Ermitteln Sie durch Lösen der **Bewegungsgleichung** für den Fall der **Stokes'schen Reibung** die Geschwindigkeit des frei fallenden Körpers in Abhängigkeit von der Zeit, *v(t)*. Die Anfangsgeschwindigkeit sei v_0. *(Lösung: $v(t) = -\frac{m \cdot g}{\beta} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta}{m} \cdot t}\right) + v_0 \cdot e^{-\frac{\beta}{m} \cdot t}$)*

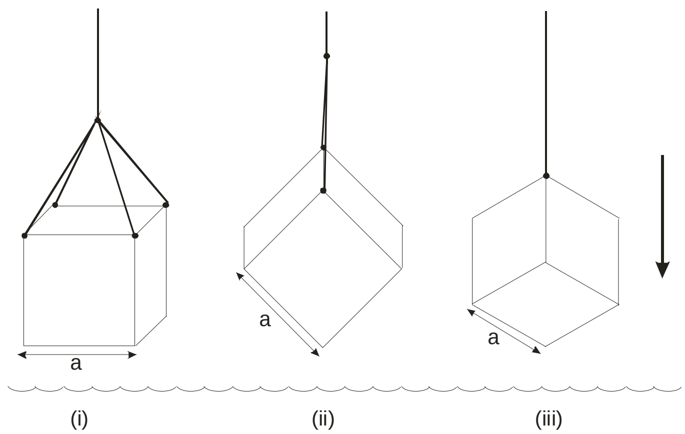
c) Ermitteln Sie die **Endgeschwindigkeiten v_E** des frei fallenden Körpers für die beiden Fälle.
(Lösung: Stokes: $v_e = -\frac{m \cdot g}{\beta}$; Newton: $v_e = -\sqrt{\frac{m \cdot g}{\gamma}}$)

Bitte Seite wenden!

5. **Eintauchtiefen**: eine **unbefüllte** würfelförmige Holzkiste (Kantenlänge außen $\boldsymbol{a}$ **= 1 m**, Wandstärke $\boldsymbol{d}$ **= 5 cm**, Dichte des Holzes ρ_H **= 0,6 g/cm³**) ist in **3 verschiedenen Konfigurationen** befestigt und wird bei Windstille in einen großen See (Dichte von Wasser: ρ_W **= 1g/cm³**) abgesenkt. Die unterschiedlichen Befestigungsarten seien:

- **(i)** an den **4 Eckpunkten einer Seitenfläche**, d. h. die wassernächste Seitenfläche ist parallel zur Wasseroberfläche
- **(ii)** an den **beiden Eckpunkten einer Würfelkante**, d. h. die den Aufhängepunkten gegenüberliegende Würfelkante ist Parallel zur Wasseroberfläche
- **(iii)** an **einem Eckpunkt**, d. h. die vom Aufhängungspunkt zum wassernächsten Eckpunkt verlaufende Raumdiagonale ist normal zur Wasseroberfläche

Siehe dazu auch die folgende **Skizze**:



Während des Eintauchens ins Wasser sei die **Lage der Kiste als fix angenommen**.
Berechnen Sie zunächst allgemein und dann mit den gegebenen Daten **unter Vernachlässigung der Dichte von Luft**

- **a)** **die mittlere Dichte** $\overline{\rho}$ der Kiste sowie deren **Masse** $\boldsymbol{m_K}$. . *(Lösung: $\overline{\rho}$ = 0,1626 g/cm³)*
- **b)** die **Eintauchtiefe** $\boldsymbol{T}$ und die **Lage des Schwerpunktes** $\boldsymbol{S}$ **relativ zur Wasseroberfläche** bei der Eintauchtiefe für die Situationen **(i) – (iii)**.
  (Lösung: T = (i): 16,26 cm, (ii): 40,32 cm, (iii): 57,26 cm)
- **c)** Die **Arbeit** $\boldsymbol{W}$, die aufgewendet werden muß, um die Kiste wieder **senkrecht vollständig aus dem Wasser zu ziehen** für die Situationen **(i) – (iii)**.
  (Lösung: W = (i): 129,68 J, (ii): 428,8 J, (iii): 685,04 J)

6. **Schwimmender Wasserball:** ein Wasserball aus **PVC** (Dichte ρ_{PVC} **= 1,4 g/cm³**) habe im aufgeblasenen Zustand einen **Aussendurchmesser von** $\boldsymbol{d_{Ball}}$ **= 40 cm**. und eine Wandstärke von $\boldsymbol{d_{PVC}}$ **= 0,8 mm**. Der **Luftdruck im Ball** beträgt **2 bar bei 25°C**.

- **a)** Man berechne die **mittlere Dichte** $\overline{\rho}$ des luftgefüllten Balles. *(Lösung: $\overline{\rho}$ = 0,01907 g/cm³)*
- **b)** Wie tief taucht der Ball in Wasser ein, **wenn nur die Schwerkraft auf ihn wirkt und der Auftrieb der Luft vernachlässigt wird**? *(Lösung: T = 3,28 cm)*
- **c)** Welche **Kraft** ist nötig um den schwimmenden Ball **vollständig senkrecht unter Wasser zu drücken** und welche **Arbeit** muß man dazu verrichten? *(Lösung:* F *= 322,47 N, W = 63,38 J)*

Hinweis: Die Dichte von Luft beträgt bei 25°C und p = 1 bar ρ_L = 1,184 kg/m³. Beim Eintauchen ins Wasser verforme sich der Ball nicht. Die Dichte von Wasser kann mit ρ_W = 1 g/cm³ angenommen werden. Der Auftrieb der Luft möge vernachlässigt werden.